

TARTU ÜLIKOOL  
Sporditeaduste ja füsioteraapia instituut

**Jaanika Kurgjärv**

**Keha rasvaprotsendi, luutiheduse ja alajäsemete sirutajalihaste  
isomeetrilise jõu näitajad jalgratturitel ning mittetreenitud  
meestel**

**Body fat, bone mineral density and leg extensor muscles isometric strength  
characteristics in cyclists and in untrained men**

**Magistritöö**

Kehalise kasvatuse ja spordi õppekava

Juhendaja:  
MSc, L. Lepasalu

*Autori allkiri*

Tartu, 2016

# SISUKORD

KASUTATUD LÜHENDID .....	4
LÜHIÜLEVAADE (ABSTRACT) .....	5
1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE.....	7
1.1. Jalgrattaspordi üldine iseloomustus.....	7
1.2. Jalgratturite antropomeetrilised näitajad .....	8
1.3. Luutiheduse ja keha koostise iseärasused vastupidavussportlastel ja mittetreenitutel.....	9
1.4. Jõunäitajad.....	11
2. TÖÖ EESMÄRK JA ÜLESANDED .....	12
3. METOODIKA.....	13
3.1. Vaatlusalused.....	13
3.2. Uuringu korraldus.....	13
3.3. Uurimismeetodid .....	14
3.3.1. Antropomeetrilised mõõtmised .....	14
3.3.2. Reie nelipealihase isomeetrilise tahtelise maksimaaljõu määramine .....	14
3.3.3. Reie nelipealihase elektrostimulatsiooniga esile kutsutud üksikkontraktsioonifaasi näitajate määramine.....	15
3.4. Keha rasvaprotsendi ja luutiheduse määramine .....	16
3.5 Andmete statistiline analüüs.....	17
4. TÖÖ TULEMUSED.....	18
4.1. Rasvaprotsendi ja luutiheduse näitajad jalgratturitel ning mittetreenitud meestel.....	18
4.2. Alajäsemete sirutajalihaste tahtelise isomeetrilise ja absoluutse jõu gradiendi näitajad jalgratturitel ja mittetreenitud meestel.....	19
4.3. Elektrostimulatsiooniga esile kutsutud isomeetrilise üksikkontraktsioonifaasi maksimaaljõu näitajad jalgratturitel ja mittetreenitud meestel.....	20
4.4. Elektrostimulatsiooniga esile kutsutud isomeetrilise üksikkontraktsioonifaasi kestuse näitajad jalgratturitel ja mittetreenitud meestel .....	20
4.5. Seosed antropomeetria, keha rasvasisalduse, luutiheduse ja alajäsemete sirutajalihaste tahtelise isomeetrilise maksimaaljõu näitajate vahel.....	22
5. ARUTELU .....	24
5.1. Keha koostise ja luutiheduse näitajad .....	24
5.2. Alajäsemete sirutajalihaste tahtelise isomeetrilise ja absoluutse jõugradiendi näitajad...	25

5.3. Elektrostimulatsiooniga esile kutsutud isomeetrilise üksikkontraktsioonifaasi kestuse ja maksimaaljõu näitajad .....	26
5.4. Alajäsemete sirutajalihaste maksimaaljõu näitajate korrelatiivsed seosed antropomeetriliste, keha koostise ja luutiheduse näitajatega.....	27
JÄRELDUSED .....	29
KASUTATUD KIRJANDUS .....	30
LISA 1. Uuritava informeerimise leht .....	35

## KASUTATUD LÜHENDID

BMC – luumass

BMD – luutihedus

CT – elektrostimulatsiooniga esile kutsutud isomeetrilise kontraktsioonifaasi kestus

DXA – kahekordse kiirega röntgenabsorptsioomeetria

G 0,2 – jõugradient 0,2 s peale pingutuse algust

KMI – kehamassi indeks

MVC – maksimaalne tahteline jõud

PT – elektrostimulatsiooniga esile kutsutud isomeetrilise üksikkontraktsioonifaasi maksimaaljõud

RFD – maksimaalne jõugradient kontraktsioonifaasis

## LÜHIÜLEVAADE (*ABSTRACT*)

### Töö lühiülevaade

**Eesmärk:** Antud magistritöö eesmärk on määrata keha koostise, luutiheduse, isomeetrilise maksimaalse tahtelise jõu ning elektrostimulatsiooniga esile kutsutud isomeetrilise üksikkontraktsioonifaasi näitajad treenitud meesjalgratturitel ja mittetreenitud meestel, kes olid võetud kontrollrühmaks. Anda ülevaade jalgrattaspordist ning hinnata alajäsemete sirutajalihaste isomeetrilise jõu näitajate seoseid luutiheduse ja keha koostise vahel.

**Metoodika:** Uuringus osales 10 treenitud jalgratturit ja 10 mittetreenitud meest. Määrati reie nelipealihase tahteline isomeetriline maksimaaljõud ning reie nelipealihase elektrostimulatsiooniga esile kutsutud üksikkontraktsioonifaasi näitajad. Lisaks mõõdeti vaatlusaluste pikkus ning DXA meetodiga kehamass, rasvaprotsent, luutihedus ja luumass.

**Tulemused:** Keha rasvaprotsent oli jalgratturitel oluliselt väiksem mittetreenitud meestest. Elektrostimulatsiooniga esile kutsutud isomeetrilise üksikkontraktsioonifaasi kestus oli jalgratturitel oluliselt suurem kui mittetreenitud meestel. Jalgratturite ja mittetreenitud meeste luumassis ja luutiheduses erinevusi ei täheldatud. Uuritud gruppide vahel ei esinenud statistilisi erinevusi alajäsemete sirutajalihaste tahtelise isomeetrilise maksimaaljõu osas. Samuti ei leitud olulisi erinevusi elektrostimulatsiooniga esile kutsutud isomeetrilise üksikkontraktsiooni maksimaaljõu näitajatel.

**Kokkuvõte:** Uurimistöö tulemusel ilmnes, et regulaarselt treenivate jalgratturite ja mitte treenivate meeste võrdluses on erinevused kahes aspektis: rasvaprotsendis ja pikaajalisel koormustaluvusel. Teistes antud uurimistöös käsitletud näitajates statistiliselt olulisi erinevusi ei täheldatud.

**Märksõnad:** keha koostis, elektrostimulatsioon, jalgratturid, isomeetriline jõud, DXA.

## **Abstract**

**Aim:** The aim of this study was to compare bone mineral parameters and body composition, isometric maximal voluntary contraction force and electrically evoked twitch contractile properties in trained cyclists and untrained men.

**Methods:** The subjects were cyclists (age mean  $21,9 \pm 1$ ;  $n=10$ ) and untrained men (age  $22,5 \pm 0,5$ ;  $n=10$ ). Knee extensor muscle isometric MVC force was measured using custom mode dynamometer and electrically evoked twitch contractile properties was determined by electrical stimulation. The participants height, body mass, bodymass and bone density was measured by the DXA.

**Results:** When comparing the average means of body composition characteristics then cyclists had lower fat percent than untrained men. No significant differences in bone mineral content and bone mineral density was noted between the measured parameters. Also there was no significant differences between cyclist and untrained men in the MVC force and rate of force development of the knee extensor muscle strength. There were no significant differences in twitch contraction force characteristics among cyclists and untrained men. Cyclists had longer twitch contraction time than untrained men.

**Conclusions:** The results of used methods, those two groups only two aspects that are different: fat percentage and contraction time. Other figures were not different between the two groups.

**Keywords:** DXA, cyclists, maximal voluntary contraction, electrically evoked twitch

# 1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE

## 1.1. Jalgrattaspordi üldine iseloomustus

Jalgrattasport on spordiala, kus võistlusi kui ka treeninguid sooritatakse erineva kestvuse ja intensiivsusega ning võistlused võivad kesta ühe või mitu päeva (Padilla et al., 2000). Jalgrattavõistluseid ja treeninguid viiakse läbi erinevatel distantsidel ja maastikel: maanteel, linnatänavail, murdmaastikul ja velodroomil ehk trekil, kus ainsana on kindlaks määratud võistlusdistants. Jalgrattaspordis võisteldakse individuaalselt kui ka meeskondlikult eraldi- või ühisstardist.

Kriteerium on jalgrattaspordis lühim maanteel korraldatavatest võistlustest, mida sõidetakse kindlal ringil ning läbitavate ringide arv sõltub vanuseklassist. Uuringud on näidanud, et kriteerium on üks raskemaid võistluseid jalgrattaspordis. Ebert et al (2006) töid välja, et kriteeriumi võistluse ajal saavutatakse suurim keskmine võimsus ( $262 \pm 30\text{W}$ ) võrreldes näiteks grupisõiduga mägedes ( $203 \pm 32\text{W}$ ) või lauskmaal ( $188 \pm 30\text{W}$ ). Vastavalt kriteeriumi trassile ja maastikule võib sportlane võistluse ajal sooritada ligikaudu 20, 40 ja 70 spurti/kiirendust (kestvusega 6-10 sekundit) üle maksimaalse aeroobse läve.

Eraldistardi ehk temposõidu võistlejatel peab olema hea vastupidavuslik töövõime ja suutlikkus taluda suurel võimsusel pingutust. Head temposõitjad püüavad grupisõidus vastaseid edestada ja ülejäänud võistlejatega vahe sisse sõita. Paremate kiiruslike võimetega jalgratturid (sprinterid) eelistavad kogu sõidu grupis võimalikult vähese pingutusega tööd teha, et säilitada energiat lõpuspurdiks, kus tuleb võitmiseks plahvatuslikku jõudu kasutada, et esimesena finišisirge ületada. Ühisstartides on väga oluline meeskonnatöö, sest finišiheitluses on eesmärk oma meeskonnale või liidrile võimalikult soodsa olukorra loomine, saavutamaks kõrget tulemust. Grupisõitluses otsustatakse sageli kogu võistluse tulemus ära kindlatel kriitilistel distantsilõikudel, mis tulenevad maastikust (tõusud, langused), kliimaatilistest (vastutuul, küljetuul) või taktikalistest (arvuline ülekaal) tingimustest (Faria et al., 2005).

Velotuuridel selgitatakse võitja etappide aegade summeerimise teel. Klassikaliselt kestab velotuur 5–7 päeva, kuid suurtuurid nagu näiteks Prantsuse (*Le Tour de France*), Itaalia (*Giro d'Italia*) ja Hispaania (*Vuelta*) tuur ligi 3 nädalat. Sellised suured mitmepäevasõidud koosnevad kuni kolmest temposõidust ning ühisstartidest erineva raskusastmega trassidel. Edu velotuuril nõuab jalgratturilt väga head kehalist vormi, kiiret taastumist, taktikalist vaistu ning tugevat meeskondlikku tuge (Faria et al., 2005).

Trekisõit sobib ideaalselt sprinteritele, kuna neil on suur anaeroobne töövõime. Maantesõitlused on trekisõitjate plussiks tugev lõpuspurt ning võime finišisirgel maksimaalselt

pingutada. Mägistel distantsidel ja temposõidus need oskused märgatavat eelist enamasti ei anna (Padilla et al., 1999), kuna need nõuavad pikemat ajalist pingutust ja vastupidavust.

Maastikusõit toimub enamasti metsades ja kruusateedel ning raja läbimisel tuleb ületada erinevad takistused (mahalangenud puud, liiv, kivid jne) ning tehnilised lõigud. Maastikusõidus on oluline jalgratturi hea füüsiline vorm, ratta valitsemise oskus ning ülakeha stabiilsena hoidmine. Vähene oskus rattavalitsemisel võib kaasa tuua kukkumisi ja vigastusi. Mägijalgratturi kerge kehamass on oluline pikkadel ja järskudel tõusudel, mis annab eelise kiiremini märke jõuda. Impellizzeri & Marcora (2007) on välja toonud, et maastikusõidu võistlused kestavad keskmiselt 120 minutit, kus südamelöögisagedus on pidevalt võistluse jooksul 90% maksimaalsest, mis omakorda vastab ligikaudu 84% maksimaalsest hapnikutarbimise ( $VO_2max$ ) võimest. Maastikuvõistluse ajast 80% sõidetakse anaeroobsest lävest kõrgema intensiivsusega.  $VO_2max$  näitaja tipp-maastikujalgratturitel on enamasti üle 70 ml/min/kg ning töö võimsus kasvavate koormustega testil võib ulatuda 500W-ni (Padilla et al., 1999).

## **1.2. Jalgratturite antropomeetrilised näitajad**

Muijka & Padilla (2001) on välja toonud, et jalgratturite võistlustulemused sõltuvad antropomeetrilistest näitajatest (kehamass, pikkus, kehapindala, rasvaprotsent). Jalgratturitel on suur varieeruvus keha pikkuses (keskmine pikkus 180 cm, vahemikus 169-190 cm), kehamassis (keskmine 68.8 kg, vahemikus 53-80 kg), kehapindalas (keskmine 1.87 m<sup>2</sup>, vahemikus 1.54-2.08 m<sup>2</sup>) ja keha rasvaprotsendis 6.5-11.3 % (Padilla et al., 1996).

Noorjalgratturite uuringus, kus käsitleti mägedemehi, temposõitjad, maastikujalgratturid ja sprinterid ning antropomeetrilisi näitajaid selgus, et keskmine vanus, pikkus ja keha mass oli vastavalt  $16.8 \pm 0.6$  aastat,  $177 \pm 6$  cm,  $66.3 \pm 6.7$  kg. Samuti toodi välja, et  $VO_2max$  näitajad olid maastiku- ja mägedemeestel kõrgemad kui temposõitjatel ja sprinteritel, vastavalt:  $69.4 \pm 3.6$ ;  $67.5 \pm 5.0$ ;  $62.8 \pm 4.5$  ja  $61.9 \pm 4.1$  ml/min/kg (Menaspà et al., 2012). Tabelist on näha, et mägedemeeste kehamass, maksimaalne võimsus ja  $VO_2max$  madalam lausmaa- ja temposõitjatest (tabel 1).



**Tabel 1.** Lausksmaa, temposõitjate ja mägedemeeste funktsionaalsete ja maksimaalsete parameetrite võrdlus (keskmine  $\pm$  SD) (Morel et al., 2001; Olmedillas et al., 2011; Padilla et al., 1999).

Parameeter	Lausksmaa	Temposõit	MäGINE	Kõik maastikud
Vanus (a)	27 $\pm$ 3	28 $\pm$ 5	25 $\pm$ 4	25 $\pm$ 2
Pikkus (cm)	185 $\pm$ 4	186 $\pm$ 6	175 $\pm$ 7	180 $\pm$ 2
Kehamass (kg)	76 $\pm$ 3	71 $\pm$ 6	62 $\pm$ 4 *,**,*	68 $\pm$ 3*
BMC (g)				2287.0 $\pm$ 39.3
BMD (g/cm <sup>2</sup> )				1.0.75 $\pm$ 0.023
Wmax (W)	461 $\pm$ 39	457 $\pm$ 46	404 $\pm$ 34 *,**	432 $\pm$ 27
Wmax (W/kg)	6.0 $\pm$ 0.3	6.4 $\pm$ 0.1	6.5 $\pm$ 0.3 *	6.4 $\pm$ 0.2
Wmax (W/m <sup>2</sup> )	1300 $\pm$ 62	1293 $\pm$ 57	1239 $\pm$ 66	1253 $\pm$ 51
VO <sub>2</sub> max (L/min)	5.7 $\pm$ 0.4	5.7 $\pm$ 0.5	5.1 $\pm$ 0.4 *,**	5.4 $\pm$ 0.3
VO <sub>2</sub> max (ml/kg/min)	74.4 $\pm$ 3.0	79.2 $\pm$ 1.1 *	80.9 $\pm$ 3.9 *	78.9 $\pm$ 1.9 *

\* oluliselt erinev lausksmaastikust

\*\* oluliselt erinev temposõidust

\*\*\* oluliselt erinev kõikidest maastikest

**BMC** – luumass; **BMD** – luutihedus; **VO<sub>2</sub>max** - maksimaalne hapniku tarbimine; **Wmax** - maksimaalne võimsus.

Temposõitjatele on iseloomulik kõrge VO<sub>2</sub>max tase ning maksimaalsed võimsuse näitajad kasvavate koormuste korral (Lucia et al., 1999). Lisaks eristab temposõitjaid teistest jalgratturitest kõrge anaeroobse läve tase (üle 90% VO<sub>2</sub>max) ning sellele vastav võimsus (üle 400 W) (Faria et al., 2005). Kõrge anaeroobse läve näitajatega jalgratturitel on eelis mägistel etappidel kui need kestavad 30-60 minutit ja töövõime jääb anaeroobse intensiivsuse lähedale (Atkinson et al., 2007).

### 1.3. Luutiheduse ja keha koostise iseärasused vastupidavussportlastel ja mittetreenitutel

Protsesse luukoes mõjutavad sugu, vanus, hormonaalne tasakaal, toitumine, kehaline aktiivsus, haigused ning ravimite tarvitamine. Luude hõrenemine on muutunud tõsiseks

tervisprobleemiks naistel, kuid esinemissagedus on tõusnud ka meestel (Rizzoli et al., 2001). Dalsky et al (1988) on välja toonud, et mõõdukas kehaline koormus suurendab luumassi (BMC) ja luumassi (BMD), lisaks leiti ka positiivne seos noorukiea kehalise aktiivsuse ja täiskasvanuea BMC näitajate vahel.

Penteado et al (2009) uurisid toitumist, keha koostist ja BMC treenitud noortel jalgratturitel ning võrdlesid neid näitajaid istuva eluviisiga kontrollgrupiga. Olulist erinevust jalgratturite ja kontrollgrupi BMC näitajate vahel ei esinenud, mis võib tuleneda sellest, et jalgrattasõidul puudub otsene raskusjõu mõju tugi-liikumisaparaadile. Jõusaalitreeningutel kehamassi ületavad raskused kiirendavad luurakkude hävimist ja nende asemele uute luukoe rakkude loomist, mille tulemusel luude BMC ja BMD tulemused paranevad (Morel et al., 2001).

Professionaalsed jalgratturid treenivad jalgrattaga sõites kuni 30 tundi nädalas ning hoiduvad võistlus- ning rasketel treeningperioodidel jõusaali treeningutest. On leitud, et pikaajaline jalgrattaga treenimine võib olla luudele kahjulik hilises täiseas. Samas on välja toodud, et BMC on spordiga tegelevatel meestel kõrgem võrreldes vähem aktiivsete meestega (Nichols et al., 2003; Kohrt et al., 2004).

Põhilisteks BMD mõjutajateks on erinevad treeningud ja harjutuste sooritamise intensiivsus (Tenforde & Fredericson, 2011). Medelli et al (2009) ja Rector et al (2008) on oma uuringus professionaalsete jalgratturite ja mittetreenitud meeste võrdluses välja toonud, et lisaraskustega treening ei stimuleeri piisavalt luude kasvu. Harrastusjalgratturite ja professionaalsete jalgratturite seas läbi viidud uuringus leiti, et nende BMD näitajad ei erinenud, olenemata sellest, et jalgratturid olid jalgrattaspordiga tegelenud 20 aastat ning jõusaali treeningutes lisaraskusi ei kasutanud (Leblanc et al., 1990).

Duncani et al (2002) uuringus võrreldi noormeestest jalgratturite, naisjooksjate ja –jalgratturite BMD ning selgus, et noormeestest jalgratturitel olid oluliselt madalamad BMD näitajad kui naisjalgratturitel ja –jooksjatel. Ka Bassey ja Ramsdale (1995) täheldasid oma uuringus, et BMC ja BMD tunnused sarnanesid noortel meesjalgratturitel ja professionaalsetel meesjalgratturitel, kuigi treeningkoormused ulatusid professionaalsetel jalgratturitel kolm korda suuremaks. Antud tulemustest võib järeldada, et jalgrattasport ei kahjusta sportlaste erinevaid luu koostise ja funktsionaalsuse näitajaid.

Aeroobsete harjutuste sooritamisel on süsivesikud ja rasvad kaks peamist energiaallikat ning nende suhteline kasutamine sõltub treeningu intensiivsusest (Romiju et al., 1993). Knechtle et al (2004) uuringust on selgunud, et jooksu puhul on rasvade ainevahetus suurem kui samal intensiivsusel jalgrattaga sõitmise ajal. On välja toodud mõningad põhjused, miks kasutatakse jooksmise ajal rohkem keharasvasvasid energiaallikana. Jalgrattasõidu ajal

rakendatakse töösse vähem lihasgruppe (Arkinstall et al., 2001); erinevused lihaste omavahelisest töötamisest (kontsentriiline-eksentriiline) ning suurem mehaaniline kasutegur jooksmisel kui toimub pikenemise-lühenemise tsüklis (Bijker et al., 2002).

Bischof et al (2013) uuringust selgus, et pikka aega kestva jalgrattasõidu ajal vähenes rasvaprotsent kõhupiirkonnast, mille põhjuseks võib olla sõidu madal intensiivsus ja energiaallikana kasutatavad rasvad.

Eelnevate uuringute põhjal võib väita, et madalal intensiivsusel treenides vähendab jalgrattasport keha rasvaprotsenti ja pikaajalised treeningud ei ole luude hõrenemise põhjuseks.

#### **1.4. Jõunäitajad**

Reie sirutajalihased on inimese igapäevases liikumises pidevas töös. Töövõime ja igapäevaste liigutuste sooritamise kvaliteet või sport sõltub suuresti reie nelipealihase omadustest (Kraemer & Flech, 2007).

Maksimaalse tahtelise jõu (MVC) leidmiseks on välja toodud teoreetilisi piiranguid (dünamomeetrilise pingi kindel asend), sest jalgrattasõiduks on erinevaid asendeid (juhtrauast alt kinni hoidmine, püsti pedaalimine jne.), mis muudavad lihaste tööd. Erinevate asendite kasutamisel muutub liigeste nurk, lihaste pikkus, ülakeha töötamine jne (Farina et al., 2004).

Hickson et al (1988) on välja toonud, et MVC viitab närvisüsteemi kohanemisele vastava treeninguga, ilma et tekiks lihashüpertroofia. Ullrich & Brueggemann (2008) leidsid, et pikema kestvusega võistlusala nagu jooksmine, jalgrattasõit, triatlon ja tennis ei kutsu esile funktsionaalseid erinevusi reie nelipea liikuvusel.

Positiivne seos on leitud maksimaalse jõugradiendi kontraktsioonifaasi (RFD) näitajatel ja MVC-l (Mirkov et al., 2004), eriti RFD registreerimisel MVC hilisemas faasis (Andersen & Aagaard, 2006). Lisaks toodi antud uuringus välja, et RFD näitajad jäid samaks peale vastupidavustreeningut, mis oli eesmärgiga parandada plahvatuslikku ja maksimaalset jõudu. Maksimaalset kontraktsioonijõudu arendab lihaskiud aktiini- ja müosiinifilamentide suurima kattumise hetkel ehk aktiivsete ristsillakeste maksimaalse arvu juures (Gordon et al., 1966). Glace BW et al (2013) vaatlesid erinevaid MVC näitajaid meestel ja naistel, tulemuseks oli sugude vaheline sarnane jõu näitaja  $p=0,876$  ja MVC tulemuste muutused ajas olid samuti sarnased  $p=0,360$ . On välja toodud, et mida suurem on lihase kontraktsioonijõud ja mida väiksem on vastupanu kontraktsioonile, seda suurem on muude võrdsete tingimuste korral lihaste kontraktsioonikiirus (Hill, 1938).

## 2. TÖÖ EESMÄRK JA ÜLESANDED

Käesoleva magistritöö eesmärgiks oli analüüsida keha koostise (rasvaprotsent), luutiheduse ja alajäsemete sirjutajalihaste isomeetrilise maksimaaljõu näitajaid meesjalgratturitel ning mittetreenitud meestel.

Tulenevalt töö eesmärgist püstitati järgmised ülesanded:

1. Määrata vaatlusaluste kehakoostis ja luutihedus DXA meetodil.
2. Määrata alajäsemete sirjutajalihaste isomeetrilise maksimaalse tahtelise jõu näitajad.
3. Määrata elektrostimulatsiooniga esile kutsutud isomeetrilise üksikkontraktsioonifaasi näitajad.
4. Leida seosed keha koostise, luutiheduse, lihasjõu ja kontraktilsete omaduste näitajate vahel.

### 3. METOODIKA

#### 3.1. Vaatlusalused

Uuringus osales 10 treenitud jalgratturit ja 10 mittetreenitud meest. Vaatlusaluste andmed on esitatud tabelis 2. Jalgratturite gruppi kaasamise tingimuseks oli, et nad oleksid Eestis litsentseeritud jalgratturid ja nende treeningmaht nädalas ulatuks vähemalt 10 – 12 tunnini nädalas. Kontrollgrupi moodustasid sama vanusega mittetreenitud meestest vaatlusalused, kes regulaarselt treeningutel ei osale.

#### 3.2. Uuringu korraldus

Uuring viidi läbi ajavahemikus 2012 november kuni 2013 aprill, mis on jalgratturite üldkehalise ettevalmistava perioodi algusajaks ning mittetreenitud meeste tavaelu rutiini raames. Uuringud toimusid Tartus, Ravila 14a ja Ujula 4 kinesioloogia ja biomehaanika laboris.

Kõiki vaatlusaluseid informeeriti uuringu korraldusest ning neilt küsiti kirjalik nõusolek katsete tulemusi antud magistritöös kasutada. Enne testimist täitsid uuritavad üldandmete küsitluslehe (lisa 1).

**Tabel 2.** Vaatlusaluste vanus, antropomeetrilised näitajad ning treeningkoormus (keskmine  $\pm$  SE).

Parameeter	Jalgratturid (n=10)	Mittetreenitud (n=10)
<b>Vanus (a)</b>	21,9 $\pm$ 1	22.5 $\pm$ 0.5
<b>Pikkus (cm)</b>	184.3 $\pm$ 2.1	180.8 $\pm$ 0.9
<b>Kehamass (kg)</b>	75.2 $\pm$ 2.06	81.1 $\pm$ 3.24
<b>Kehamassi indeks (kg/m<sup>2</sup>)</b>	22.2 $\pm$ 0.6	24.8 $\pm$ 1
<b>Treeningstaaž (a)</b>	9.2 $\pm$ 0.83	0 $\pm$ 0
<b>Treeningkoormus nädalas (h)</b>	15.8 $\pm$ 0.98	1.6 $\pm$ 0.4
<b>Treeningkordade arv nädalas</b>	6 $\pm$ 0	1.4 $\pm$ 0.35

### **3.3. Uurimismeetodid**

#### **3.3.1. Antropomeetrilised mõõtmised**

Mõõdeti vaatlusaluste pikkus ja kehamass. Määrati reie nelipealihase isomeetriline tahteline maksimaaljõud ja elektrostimulatsiooniga esile kutsutud üksikkontraktsioonifaasi näitajad.

#### **3.3.2. Reie nelipealihase isomeetrilise tahtelise maksimaaljõu määramine**

Reie nelipealihase isomeetrilise jõu määramiseks fikseeriti vaatlusalune spetsiaalselt valmistatud dünamomeetrilisele pingile. Vaatlusaluse asend oli istuv ning mansettide abil oli parema jala põlveliigeses kõverdatud  $90^\circ$  ja puusaliigeses  $110^\circ$  (joonis 1). Antud dünamomeetriline seade on elektromehaaniline, mis koosneb pingist, tensorandurist ning anduri toite- ja võimendusplokist. Seade ühendati võimendusploki väljundite kaudu analoogandmete sisendi mikrokontrolleriga ning sealt omakorda analoogdigitaalmuunduriga. Andur võttis vahetult osa mõõteprotsessist ehk registreeris jõu muutumist ajas. Signaal teisendati analoogmuunduri abil numbriliseks ning arvutiga jälgiti signaali muutusi visuaalselt graafikutel (Pääsuke et al., 1999).

Tahtelise isomeetrilise maksimaaljõu määramisel reie nelipealihasel tuli vaatlusalusel kolme sekundi jooksul maksimaalse tugevusega sirutada säärt vastu dünamomeetri mansetti. Vaatlusalusel tuli valgussignaali (lambi süttimisele) reageerida maksimaalselt kiire ja tugeva lihaspingega, hoida saavutatud maksimaalset lihaspinget valgussignaali vältel (kolm sekundit) ning signaali väljalülitumisel (lambi kustumisel) kiirelt lihased lõõgastada. Testiga määrati vaatlusaluse reie nelipealihase tahtelist isomeetrilist pingutust iseloomustavad näitajad:

- maksimaalne tahteline jõud (MVC, N);
- jõugradient 0,2 sekundit pärast pingutuse algust (G 0,2, N/s).



**Joonis 1.** Reie nelipealihase isomeetrilise tahtelise jõu määramine.

### **3.3.3. Reie nelipealihase elektrostimulatsiooniga esile kutsutud üksikkontraktsioonifaasi näitajate määramine**

Reie nelipealihase kontraktiilsete omaduste määramiseks asetati elektriärritust andev elektrood (5x5 cm) reienärvile reiekolmnurgas ja reie keskosale asetati maanduselektrood (5x10 cm). Elektroodid (COMPEX, Šveits) kaeti kleepuva geeliga vahetult enne paigutamist.

Elektriline üksikkontraktsioon kutsuti esile alalisvoolu impulsiga nii puhkeolekus kui ka vahetult pärast viie sekundilist maksimaalset tahtelist pingutust. Vaatlusaluse asend oli sama nagu tahtelise pingutuse määramisel (istudes ning toolile kinnitatud). Määrati järgmised näitajad:

- üksikkontraktsiooni maksimaaljõud (PT, N);
- kontraktsioonifaasi kestus (CT, N/s).

### 3.4. Keha rasvaprotsendi ja luutiheduse määramine

Keha rasvaprotsenti ja luutihedust mõõdeti kehaskänneriga (joonis 2) Tartu Ülikooli keemiahoone Chemicum Ravila 14a laboris. Kasutati DXA aparati Hologic Discovery ODR Series, USA.

Mõõtmise ajal lamas uuritav selili, käed all, skanneerimise ajal liikumatus asendis. Skanneerimist alustati peast ja lõpetati varvastega. Protseduur kestis kokku umbes seitse minutit. Antud aparaat mõõtis katsealuste keha koostist (luu-, lihas- ja rasvamass ning luutihedust).

Riietuseks oli sportlikud riided, millel ei tohi olla küljes metallist elemente (metall võib rikkuda tulemust). Pärast keha skanneerimist andis juhendaja kohest tagasisidet katsealustele luutiheduse ning keha koostise kohta.

Mõõdeti järgnevad näitajad:

- luumass (BMC, g);
- luutihedus (BMD, g/cm<sup>2</sup>);
- rasvaprotsent (%).



**Joonis 2.** DXA aparaat ja vaatlusalune.



### **3.5 Andmete statistiline analüüs**

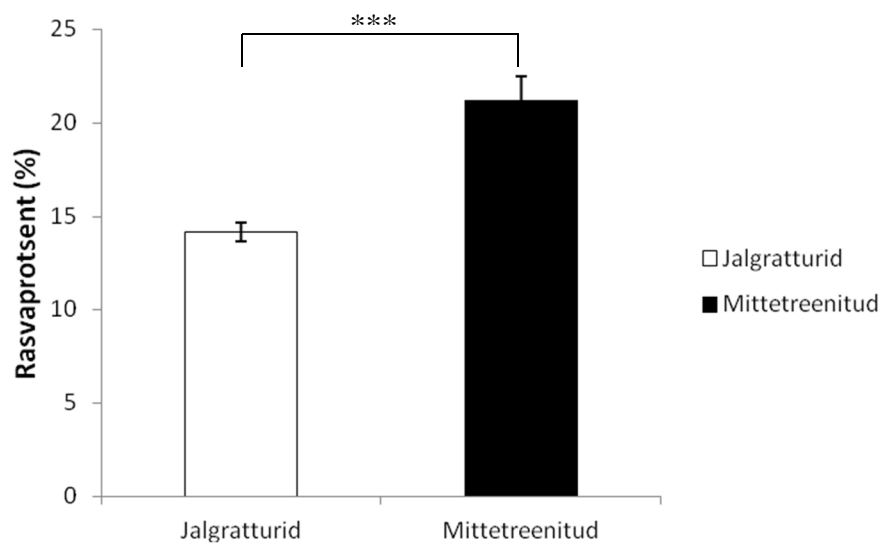
Saadud andmete analüüsimisel kasutati programmi Microsoft Excel 2007. Arvutati aritmeetiline keskmine ja standardviga ( $\pm$  SE). Statistilise olulisuse nivooks võeti  $p < 0,05$ . Korrelatsioonanalüüsi kasutati antropomeetriliste, keha koostise ja luutiheduse ning jõu parameetrite vaheliste seoste leidmiseks.

## 4. TÖÖ TULEMUSED

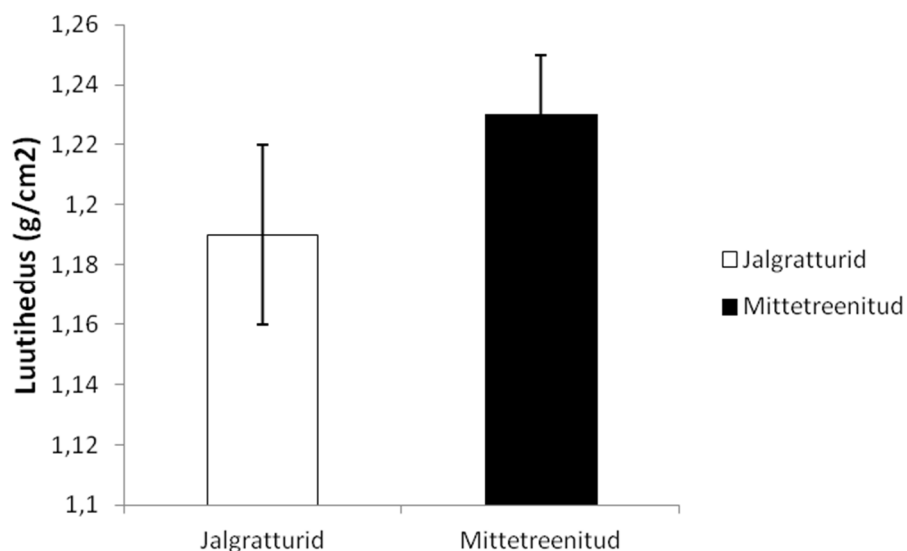
### 4.1. Rasvaprotsendi ja luutiheduse näitajad jalgratturitel ning mittetreenitud meestel

Keha rasvaprotsent oli jalgratturitel ( $14,2 \pm 0,5$  %) oluliselt väiksem  $p < 0,001$  mittetreenitud meestest ( $21,2 \pm 1,3$  %) (joonis 3).

Jalgratturite ja mittetreenitud meeste BMD (joonis 4) (vastavalt  $1,19 \pm 0,1$  g/cm<sup>2</sup>;  $1,23 \pm 0,1$  g/cm<sup>2</sup>) olulisi erinevusi ei täheldatud.



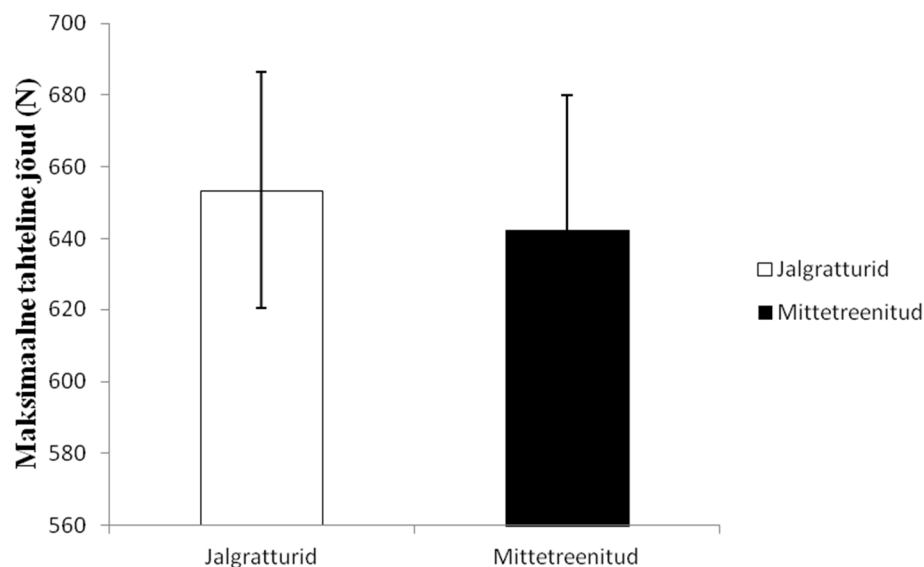
**Joonis 3.** Keha rasvaprotsendi võrdlus jalgratturitel ja mittetreenitud meestel. \*\*\*  $p < 0,001$ .



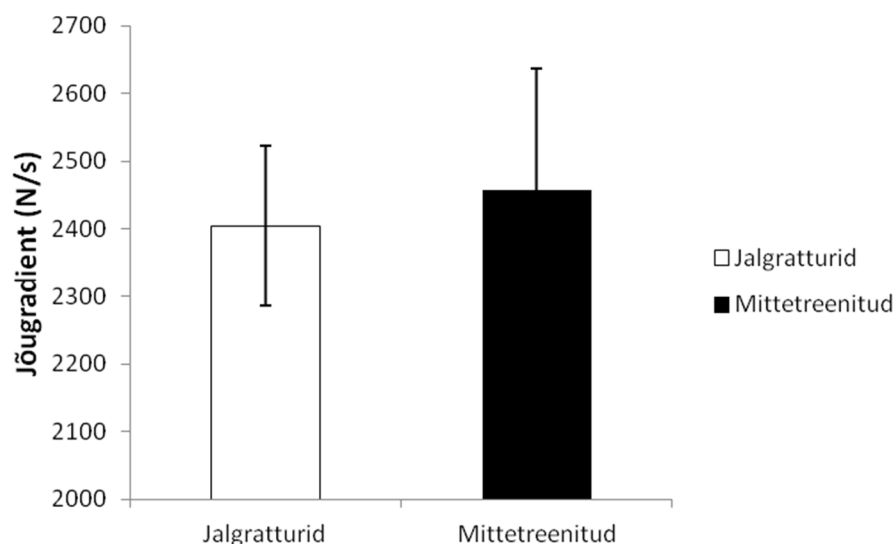
**Joonis 4.** Luutiheduse võrdlus jalgratturitel ja mittetreenitud meestel.

#### 4.2. Alajäsemete sirutajalihaste tahtlise isomeetrilise ja absoluutse jõu gradiendi näitajad jalgratturitel ja mittetreenitud meestel

Alajäsemete sirutajalihaste MVC tulemusi illustreerib joonis 5 (jalgratturitel  $642,3 \pm 136,1$  N ja mittetreenitud meestel  $653,4 \pm 104,3$  N). G 0,2 väärtused on esitatud joonisel 6 (jalgratturitel  $2404,3 \pm 376,6$  N/s ja mittetreenitud meestel  $2457,6 \pm 645$  N/s). Tulemustest selgus, et gruppide vahel alajäsemete sirutajalihaste MVC ja G 0,2 olulisi erinevusi ei esinenud.



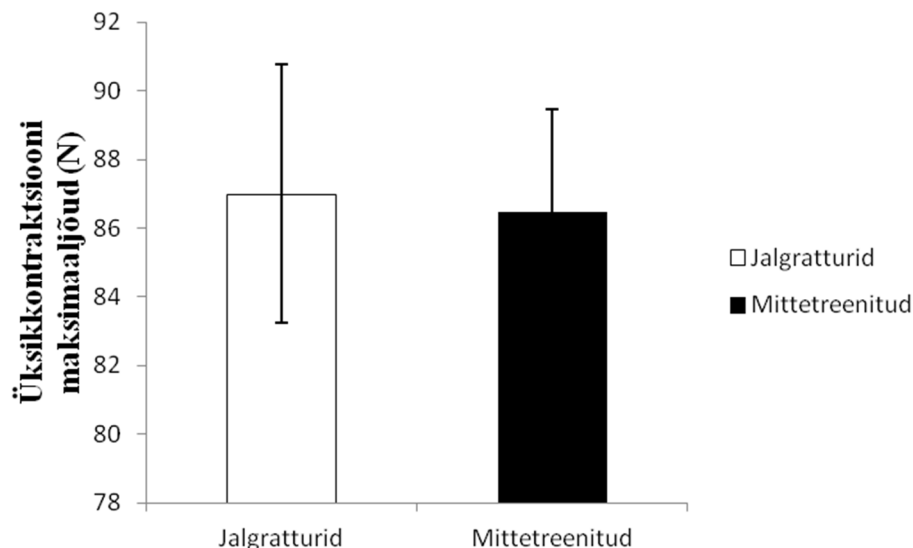
**Joonis 5.** Maksimaalse tahtelise isomeetrilise jõu näitaja võrdlus jalgratturitel ja mittetreenitud meestel.



**Joonis 6.** Reie nelipealihase tahtelise isomeetrilise absoluutse jõugradiendi võrdlus jalgratturitel ja mittetreenitud meestel.

#### 4.3. Elektrostimulatsiooniga esile kutsutud isomeetrilise üksikkontraktsioonifaasi maksimaaljõu näitajad jalgratturitel ja mittetreenitud meestel

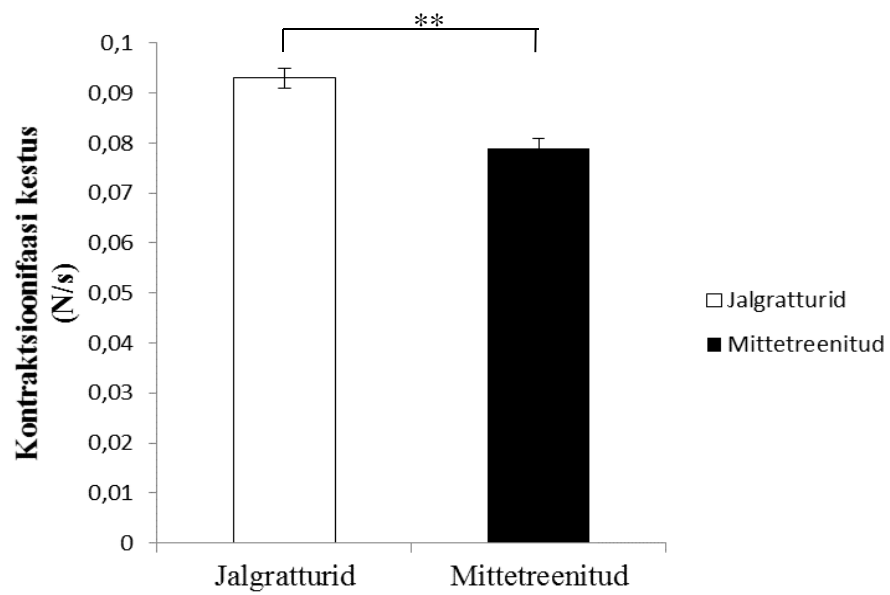
Elektrostimulatsiooniga esile kutsutud isomeetrilise üksikkontraktsioonifaasi maksimaaljõu näitajates (jalgratturitel  $87,0 \pm 11,93$  N ja mittetreenitud meestel  $86,5 \pm 10,7$  N) statistiliselt olulisi erinevusi ei täheldatud (joonis 7).



**Joonis 7.** Elektrostimulatsiooniga esile kutsutud isomeetrilise üksikkontraktsiooni maksimaaljõu näitajate võrdlus jalgratturitel ja mittetreenitud meestel.

#### 4.4. Elektrostimulatsiooniga esile kutsutud isomeetrilise üksikkontraktsioonifaasi kestuse näitajad jalgratturitel ja mittetreenitud meestel

Jalgratturitel on elektrostimulatsiooniga esile kutsutud isomeetrilise üksikkontraktsioonifaasi kestus oluliselt suurem võrreldes mittetreenitud meestega (vastavalt  $0,093 \pm 0,01$  s ja  $0,079 \pm 0,01$  s).



**Joonis 8.** Elektrostimulatsiooniga esile kutsutud isomeetrilise üksikkontraktsioonifaasi kestuse võrdlus jalgratturitel ja mittetreenitud meestel. \*\* $p < 0,01$ .

#### 4.5. Seosed antropomeetria, keha rasvasisalduse, luutiheduse ja alajäsemete sirutajalihaste tahtlise isomeetrilise maksimaaljõu näitajate vahel

Keha koostise näitajate ja jõu parameetrite vaheliste seoste leidmiseks viidi läbi korrelatsioonanalüüs. Analüüsi tulemused on esitatud tabelites 3 ja 4.

Tabel 3 põhjal saab järeldada, et kõige tihedamalt olid omavahel seotud BMC ja BMD ( $r=0,91$ ) ning MVC ja G 0,2 ( $r=0,87$ ). Lisaks oli statistiliselt keskmine seos KM ja KMI vahel ( $r=0,63$ ) ning KM ja BMC vahel ( $r=0,74$ ). Jõugradient G 0,2 korreleerus positiivselt PT-ga ( $r=0,69$ ) ning KMI positiivne korrelatiivne seos leiti BMC ( $r=0,74$ ) ja BMD vahel ( $r=0,80$ ).

Tabel 4 põhjal saab järeldada, et kõige tihedamalt olid omavahel seotud KM KMI-ga ( $r=0,96$ ), KMI rasvaprotsendiga ( $r=0,84$ ) ja MVC G 0,2-ga ( $r=0,89$ ). Lisaks selgus statistiliselt oluline positiivne seos KM rasvaprotsendiga ( $r=0,78$ ) ning BMC positiivne seos BMD-ga ( $r=0,64$ ) ja MVC-ga ( $r=0,65$ ). Katsealuste pikkus oli positiivse seosega MVC-ga (0,73) ja PT-ga ( $r=0,70$ ).

**Tabel 3.** Jalgratturite alajäsemete sirutajalihaste maksimaaljõu näitajate korrelatiivsed seosed antropomeetriliste, keha koostise ja luutiheduse näitajatega ( $n=10$ ).

	Pikkus (cm)	KM (kg)	KMI (kg/m <sup>2</sup> )	Rasvaprotsent (%)	BMC (g)	BMD (g/cm <sup>2</sup> )	MVC (N)	G 0,2 (N/s)	PT (N)
KM (kg)	0,45								
KMI (kg/m <sup>2</sup> )	-0,41	0,63**							
Rasvaprotsent (%)	0,38	0,13	-0,20						
BMC (g)	0,11	0,82**	0,74**	-0,18					
BMD (g/cm <sup>2</sup> )	-0,27	0,55	0,80**	-0,32	0,91***				
MVC (N)	-0,10	0,14	0,22	-0,29	0,25	0,29			
G 0,2 (N/s)	-0,04	0,30	0,32	-0,36	0,35	0,30	0,87***		
PT (N)	-0,47	-0,36	0,01	-0,42	-0,15	0,00	0,60	0,69**	
CT (N/s)	-0,10	-0,30	-0,20	0,25	-0,36	-0,26	0,05	-0,26	0,04

Statistiliselt oluline \*\*\*  $p<0.001$ ; \*\* $p<0.01$

KM - kehamass; KMI – kehamassi indeks; MVC – maksimaalne tahteline jõud; G 0,2 – jõugradient 0,2 s peale pingutuse algust; CT – kontraktsioonifaasi kestus; PT – elektrostimulatsiooniga esile kutsutud isomeetrilise üksikkontraktsiooni maksimaaljõud; BMC – luumass; BMD – luutihedus.

**Tabel 4.** Mittetreenitud meeste alajäsemete sirutajalihaste maksimaaljõu näitajate korrelatiivsed seosed antropomeetriliste, keha koostise ja luutiheduse näitajatega (n=10).

	Pikkus (cm)	KM (kg)	KMI (kg/m <sup>2</sup> )	Rasvaprosent (%)	BMC (g)	BMD (g/cm <sup>2</sup> )	MVC (N)	G 0,2 (N/s)	PT (N)
KM (kg)	0,14								
KMI (kg/m <sup>2</sup> )	-0,12	0,96***							
Rasvaprosent (%)	-0,23	0,78**	0,84***						
BMC (g)	0,49	0,42	0,28	0,06					
BMD (g/cm <sup>2</sup> )	0,01	-0,08	-0,09	-0,40	0,64**				
MVC (N)	0,73**	0,47	0,28	-0,09	0,65**	0,29			
G 0,2 (N/s)	0,58	0,33	0,19	-0,26	0,54	0,31	0,89***		
PT (N)	0,70**	0,18	-0,01	-0,19	0,45	0,25	0,59	0,51	
CT (s)	-0,52	0,32	0,46	0,42	0,12	0,02	0,02	0,07	-0,47

Statistiliselt oluline \*\*\* p<0.001; \*\*p<0.01

KM - kehamass; KMI – kehamassi indeks; MVC – maksimaalne tahteline jõud; G 0,2 – jõugradient 0,2 s peale pingutuse algust; CT – kontraktsioonifaasi kestus; PT – elektrostimulatsiooniga esile kutsutud isomeetrilise üksikkontraktsiooni maksimaaljõud; BMC – luumass; BMD – luutihedus.

## 5. ARUTELU

Käesolevas uuringus analüüsiti keha koostise, luutiheduse ja alajäsemete sirjutajalihaste isomeetrilise maksimaaljõu näitajaid meesjalgratturitel ning mittetreenitud meestel. Jalgrattasport on spordiala, mis ühendab intensiivsuse, kestvuse ja sageduse ning võistlustulemused sõltuvad väliskeskkonnast, füsioloogilistest ja mehaanilistest muutujatest (Jentjens et al., 2003).

### 5.1. Keha koostise ja luutiheduse näitajad

Käesolevas uuringus oli keha rasvaprotsent jalgratturitel keskmiselt 14,2 % ja mittetreenitud meestel 21,2 %. Lohman et al (1986) on välja toonud, et rasvaprotsendi normaalväärtus jääb meestel vahemikku 10-19%. Sellest tulenevalt võib öelda, et käesolevas uuringus osalenud jalgratturite keha rasvaprotsent jäi 20.aastaste kohta toodud normaalväärtuste piiridesse, olles sealjuures ka oluliselt väiksem kui mittetreenitud meestel. Samuti erineb testides osalenud jalgratturite rasvaprotsent maailmatasemel jalgratturite võistlushooaja näitajatest. Varasemates uuringutes on professionaalsete meesjalgratturite keha rasvaprotsendiks võistlusperioodil välja toodud nii  $11,5 \pm 3,2$  % kui ka  $9,0 \pm 5,2$  % (Del Coso et al., 2010). Erinevus võib tuleneda jalgratturite vanuselisest ja treenituse vahelisest eripärast ning treeningperioodist. Penteado et al (2009) ning Menaspà et al (2012) on oma uuringutest välja toonud, et maastikusõitjatel ja sprinteritel oli väiksem keha rasvaprotsent ja suurem lihasmass kui mägede- ja temposõitjatel. Viimaste andmete kohaselt on teada, et mitte ainult rasvaprotsent, kuid ka suur lihasmass vähendab aeroobset vastupidavust ning võib vähendada ka aeroobset tulemuslikkust, kuid kehakoostise mõju anaeroobsele vastupidavusele on vaieldav (Maciejczyk et al., 2015).

Töös ilmnenu luutiheduse sarnased näitajad (jalgratturitel keskmiselt  $1,19 \text{ g/cm}^2$ ; mittetreenitud meestel  $1,23 \text{ g/cm}^2$ ) võivad tuleneda sellest, et jalgrattasõidul on raskusjõu mõju tugi- ja liikumisaparaadile väiksem kui näiteks lokomotsioonidel, mis toimuvad tugipinnalt ära tõugates (joostes, hüpates). Varasemates uuringutes ei ole leitud luutiheduses statistiliselt olulist erinevust maantee jalgratturite ja kontrollgrupi vahel, mille üheks põhjuseks võib olla jalgratturite osalemine ettevalmistusperioodil erinevatel spordialadel (jooksmine, jalgpall, korvpall jne) (Fiore et al., 1996; Rico et al., 1993). Warner et al (2002) on välja toonud lihasjõu ja luutiheduse vahelise seose, mille põhjal võib järeldada, et lihasjõudu arendavad treeningud suurendavad luutihedust. Nagle & Brooks (2009) uuringus ilmnes, et jalgrattasõidu, jooksmise ning jõutreeningute võrdluses ei oma jalgrattasõit kahjulikku mõju luude koostisele ning luude



hõrenemise põhjuseks võib olla hoopis istuv eluviis ning vähene liikumine. Uuringus osalenud jalgratturite ja mittetreenitud meeste sarnased näitajad luutiheduse võrdluses võivad olla tingitud nooremas eas jooksmise või mõne muu ala harrastamise tulemusel. Lisaks võisid tulemusi mõjutada ka sportlaste ja kontrollgrupi toitumisharjumused. Jalgratturitel soovitatakse kord aastas kontrollida BMD näitajaid, lisada treeningutesse hüppelisi harjutusi, süüa tasakaalustatud toitu ning tarbida lisaks kaltsiumit ja D-vitamiini.

## **5.2. Alajäsemete sirutajalihaste tahtelise isomeetrilise ja absoluutse jõugradiendi näitajad**

Alajäsemete sirutajalihaste MVC võrdluses ei esinenud gruppide vahel olulisi erinevusi (jalgratturitel keskmiselt 642,3 N; mittetreenitud meestel 653,4 N). Varasemalt on uuritud vastupidavustreeningute ja jõutreeningute kombineerimise mõju vastupidavussportlastel, mille tulemusel ei tuvastatud lisaefekti töövõimele, kuid sellest hoolimata soovitatakse lisada treeningkavasse jõutreeninguid, et muuta jalgrattasõitu ökonoomsemaks (Rønnestad & Mujika 2014). Neptune & Hull (1999) on välja toonud, et pikaajalised jalgrattatreeningud ei suurenda jala sirutajalihaste jõudu ega võimsust. Pedaalimisel kasutatakse erinevaid MVC mõjutavaid lihasgruppe, kuid varasemates uuringutes ei ole neid eristatud ja seega ei ilmne vaatlusaluste vahel erinevusi (Moussay et al., 2003). Samuti on uuringud näidanud, et MVC mõõtmine ei ole alati usaldusväärne, sest mõned vaatlusalused suudavad aktiveerida oma lihaseid maksimaalsele tasemele lähemale kui teised (Gandevia, 2001). Käesoleva uuringu tulemusest võib öelda, et mittetreenitud mehed suudavad rakendada samuti maksimaalset jõudu ning oskavad seda ka laboratoorsetes tingimustes ära kasutada.

Jõugradiendi G 0,2 pärast pingutust väärtus oli mõnevõrra suurem mittetreenitud meestel (2457,6 N/s) võrreldes treenitud jalgratturitega (2404,3 N/s), kuid see erinevus ei olnud statistiliselt oluline. Kontraktsioonifaasi jõugradient, mis iseloomustab jõugenereerimise kiirust nagu ka kontraktsioonifaasi kestus, sõltub kontraktsiooni sidestusmehhanismi efektiivsusest ja erutusest ning aktiini ja müosiini vaheliste ristsillakeste moodustumise kiirusest (Lewis et al., 1986). Võib arvata, et mittetreenitud meeste paremus võis ilmneda asjaoludel, et nende lihastes on rohkem kiireid lihaskiude. Proosa et al (2002) on välja toonud, et mida rohkem on lihases kiireid lihaskiude seda kiiremini tõmbab lihas kokku ning sellest sõltuvalt genereerib ajaühikus suuremat pinget, millega seletatakse suuremat jõugradiendi väärtust. Oliveira et al (2013) töid välja, et ajavahemikul 50-250ms ei pruugi kiired lihaskiud saavutada maksimaalset lihasjõudu.

Kiirete ja jõuliste lihaspingutuste algul tagab teatud arvu mootorsete ühikute talitluse sünkronisatsioon lihaspinge kiire kasvu, mis väljendub jõugradiendi kasvus.

### **5.3. Elektrostimulatsiooniga esile kutsutud isomeetrilise üksikkontraktsioonifaasi kestuse ja maksimaaljõu näitajad**

Elektrostimulatsiooniga esile kutsutud isomeetrilise üksikkontraktsioonifaasi kestus oli jalgratturitel statistiliselt oluliselt pikem kui mittetreenitud meestel (jalgratturitel keskmiselt 0,093 s; mittetreenitud meestel 0,079 s). On leitud, et isomeetrilise üksikkontraktsiooni aeg sõltub erutuse ja kontraktsiooni sidestusmehhanismi funktsioneerimise efektiivsusest ehk rakusisese kaltsiumi liikumise kiirusest sarkoplasmaatilisest retiikulumist sarkoplasmasse (Klug et al., 1988). Antud näitaja võimaldab hinnata lihaste funktsionaalset seisundit sõltumatult kesknärvisüsteemist (Pääsuke et al., 2000). Varasemalt on leitud, et vastupidavussportlaste üksikkontraktsioonifaasi kestus on pikem võrreldes võimsuse ja kiirusalade sportlastega ning seda võib seostada mootorsete ühikute funktsionaalsete omadustega (Vandervoort & McComas 1983; O'Leary et al., 1997). Käesoleva uuringu tulemusena saab välja tuua, et mittetreenitud meeste üksikkontraktsioonifaasi lühem kestusaeg võib tuleneda kiirete lihaskiudude suuremast potenseerumisest võrreldes aeglaste lihaskiududega (Heylers, 1994). Mittetreenitud meeste erinevus jalgratturitest üksikkontraktsioonifaasi kestuses võis ka olla tingitud mittetreenitud meeste vähesest jõu- ja vastupidavuse treeningutest. Siinkohal tasub välja tuua, et mittetreenitud meestel oli ainsaks kehaliseks aktiivsuseks 12 tundi kestvad tööpäevad.

Elektrostimulatsiooniga esile kutsutud isomeetrilise üksikkontraktsioonifaasi maksimaaljõu näitajates (jalgratturitel keskmiselt 87,0 N; mittetreenitud meestel 86,5 N) olulisi erinevusi ei leitud. On välja toodud, et elektrostimulatsiooniga esile kutsutud kontraktsioon on üldiselt võimsam kui tahteline kontraktsioon, kuna kesknärvisüsteem ei pruugi võimaldada lihase täielikku aktiveerimist. Lihaste üksikkontraktsioonifaasi maksimaalsete jõunäitajate erinevused võivad tuleneda lihaste pikkusest, kokkutõmbe ajal olevast kehatemperatuurist, kokkutõmbe kestusest, treenituse tasemest või soost (Requena et al., 2008). Käesoleva töö tulemusel saadud andmete võrdluses saab välja tuua, et uuritavatel võisid olla eelnevalt välja toodud näitajates sarnasusi. Costa et al (2012) uuringus jäi samuti nii meestel kui naistel elektrostimulatsiooniga esile kutsutud isomeetrilise üksikkontraktsioonifaasi maksimaaljõu näitajad muutumatuks. Vaatlusaluste üheks sarnasuse põhjuseks võib veel välja tuua erinevat tüüpi lihaskiudude vahekorra uuritavas lihases.

#### **5.4. Alajäsemete sirutajalihaste maksimaaljõu näitajate korrelatiivsed seosed antropomeetriliste, keha koostise ja luutiheduse näitajatega**

Korrelatsioonianalüüsi põhjal selgus, et pikkus mittetreenitud meestel oli positiivses seoses maksimaalse tahtelise jõu ja elektrostimulatsiooniga esile kutsutud isomeetrilise üksikkontraktsioonifaasi maksimaaljõu näitajatega. Antud näitajate põhjal võib järeldada, et katsealused suutsid oma pikkusele vastavalt jõudu genereerida. Kehamass seostus positiivselt nii jalgratturitel kui ka mittetreenitud meestel kehamassiindeksiga. See tähendab, et mida suurem on kehamass, seda kõrgem on kehamassiindeks. Kehamass mittetreenitud meestel seostus positiivselt keha rasvaprotsendiga, mille põhjal võib järeldada, et mida suurem on kehamass, seda suurem on rasvaprotsent. Kehamass ja kehamassiindeks korreleerus positiivselt jalgratturitel luumassiga ning kehamassiindeks seostus positiivselt luutihedusega, millest võib tuletada, et jalgratturite kergem kehakaal ning järjepidev treenimine ei ole takistuseks luumassi ja luutiheduse moodustamiseks.

Kehamassiindeks mittetreenitud meestel seostus oluliselt keha rasvaprotsendiga. See tähendab, et mida suurem on kehamassiindeks seda suurem on rasvumise oht ning risk haigestuda südame-veresoonkonna haigustesse. Luumass jalgratturitel ja mittetreenitud meestel korreleerus positiivselt luutihedusega. Antud näitajatest saab tuletada, et mida suurem on luumass, seda suurem on luutihedus. Tulemustest saab veel järeldada, et jalgratturite luumass oli kõrgem kui mittetreenitud meestel, seega antud uuringus osalenud jalgratturitel pole vajadust muret tunda luuhõrenemise pärast.

Luumass mittetreenitud meestel näitas positiivset seost maksimaalse tahtelise jõuga, millest võib järeldada, et mida kõrgem on luumass, seda suuremat jõudu suudetakse genereerida. Maksimaalne tahteline jõud korreleerus positiivselt statistiliselt oluliselt jalgratturitel kui ka mittetreenitud meestel jõugradient 0,2 s peale pingutuse algust. See tähendab, et mida suurem on lihaskiudude arv lihases, seda suurem on tema jõud ning mõlemal juhul katsealused suudavad hästi jõudu genereerida ja seda säilitada. Jalgratturite tulemustes tekkis positiivne seos jõugradient 0,2 s peale pingutuse algust üksikkontraktsiooni maksimaaljõuga, mis tähendab, et pingutuse ajal suudavad jalgratturid säilitada antud lihasrühma kiirusjõu alast võimekust.

Uurimistööd limiteerivaks asjaoluks võib pidada kontrollgrupi kehalist aktiivust puudutav ebapiisav info. Uurimistulemuste parandamiseks oleks abiks olnud kontrollgrupi treeningplaani ja treeningmahu põhjalikum analüüs. Juhul, kui kontrollgrupi osaleja teeb

igapäevaselt kehaliselt aktiivset tööd, mõjutab see ka tema uurimistulemusi, vaatamata sellele, et ta regulaarselt ei treeni.

## JÄRELDUSED

1. Keha rasvaprotsent oli jalgratturitel väiksem võrreldes mittetreenitud meestega, seejuures luumassis ja luutiheduses olulisi erinevusi ei täheldatud.
2. Alajäsemete sirutajalihaste tahtelise maksimaalse ja kiirusjõu genereerimise võime jalgratturitel võrreldes mittetreenitud meestega oluliselt ei erine.
3. Elektrostimulatsiooniga esile kutsutud isomeetrilise üksikkontraktsiooni maksimaaljõu näitajas olulist erinevust jalgratturitel ja mittetreenitud meestel ei täheldatud.
4. Elektrostimulatsiooni meetodil registreeritud isomeetrilise üksikkontraktsioonifaasi kestus oli jalgratturitel pikem võrreldes mittetreenitud meestega.
5. Korrelatsiooni analüüsist selgus, et kehamass ja kehamassiindeks jalgratturitel on positiivses seoses luumassiga ning kehamassiindeks on positiivses seoses luutihedusega.

## KASUTATUD KIRJANDUS

1. Arkinstall MJ, Bruce CR, Nikolopoulos V, Garnham AP, Hawley JA. Effect of carbohydrate ingestion on metabolism during running and cycling. *J Appl Physiol* 2001; 91: 2125–2134.
2. Atkinson G, Peacock O, St Clair Gibson A, Tucker R. Distribution of power output during cycling: impact and mechanisms. *Sports Med* 2007; 37(8): 647-667.
3. Bassey EJ, Ramsdale SJ. Weight-bearing exercise and ground reaction forces: a 12-month randomized controlled trial of effects on bone mineral density in healthy postmenopausal women. *Bone* 1995;16: 469–476.
4. Bijker KE, de Groot G, Hollander AP Differences in leg muscle activity during running and cycling in humans. *Eur J Appl Physiol* 2002; 87: 556–561.
5. Bischof M, Knechtle B, Rüst CA, Knechtle P, Rosemann T. Changes in Skinfold Thicknesses and Body Fat in Ultra-endurance Cyclists. *AsJSM* 2013; 4(1): 15-22.
6. Costa PB, Ryan ED, Herda TJ, Walter AA. Acute effects of passive stretching on the electromechanical delay and evoked twitch properties. *Eur J Appl Physiol* 2010; 108: 301-310.
7. Dalsky GP, Stocke KS, Ehsani AA, Slatopolsky E, Lee WC et al. Weight-bearing exercise training and lumbar bone mineral content in postmenopausal women. *Ann Int Med* 1988; 108: 824–828.
8. Del Coso J, Hamouti N, Ortega JF, Mora-Rodriguez R. Aerobic fitness determines whole-body fat oxidation rate during exercise in the heat. *Appl Physiol Nutr Metab* 2010; 35(6): 741-8.
9. Duncan CS, Blimkie CJ, Kemp A, Higgs W, Cowell CT, et al. Mid-femur geometry and biomechanical properties in 15- to 18-yr-old female athletes. *Med Sci Sports Exerc*: 2002; 34:673–681.
10. Ebert TR, Martin DT, Stephens B, Withers RT. Power output during a professional men's road-cycling tour. *Int J Sports Physiol Perform* 2006; 1(4): 324-335.
11. Faria E.W, Faria D.P. ja Faria I.E. The Science of Cycling Physiology and Training – Part 1. *Sports Med* 2005; 35(4): 285-312.
12. Farina D, Merletti R, Enoka RM. The extraction of neural strategies from the surface EMG. *J Appl Physiol* 2004; 96(4): 1486–1495.

13. Fiore CE, Dieli M, Vintaloro G, Gibilaro M, Giacone G, et al. Body composition and bone mineral density in competitive athletes in different sports. *Int J Tissue React* 1996 18: 121–124.
14. Gandevia SC. Spinal and supraspinal factors in human muscle fatigue. *Physiol Rev* 2001; 81(4):1725–1789.
15. Glace BW, Kremenik IJ, McHugh MP. Sex differences in central and peripheral mechanisms of fatigue in cyclists. *Eur J Appl Physiol* 2013; 113 (4): 1091-8.
16. Gordon AM, Huxley AF, Julian FJ. The variation in isometric tension with sarcomere length in vertebrate muscle fibres. *J. Physiol* 1966; vol. 184: 170-192.
17. Heylers M, Carpentier A, Duchathen J, Mainant K. Twitch analysis as an approach to motor unit activation during electrical stimulation. *Can. J. Appl. Physiol* 1994; 19: 451-161.
18. Hickson RC, Dvoran BA, Gorostiaga EM, Kurowski TT, Foster C. Potential for strength and endurance training to amplify endurance performance. *J Appl Physiol* 1988; 65: 2285-2290.
19. Hill AV. The heat of shortening and the dynamic constants of muscle. *Proc Roy. Soc. B*, 1938; Vol. 126: 136-148.
20. Impellizzeri FM, Marcora SM. The Physiology of Mountain Biking. *Sports Med* 2007; 37(1): 59-71.
21. Jentjens RL, Cale C, Gutch C, Jeukendrup AE. Effects of pre-exercise ingestion of differing amounts of carbohydrate on subsequent metabolism and cycling performance. *Eur J Appl Physiol* 2003; 88: 444-52.
22. Klug GA, Leberer E, Leisner E, Simoneau JA, Pette D. Relationship between parvalbumin content and the speed of relaxation in chronically stimulated fast twitch muscle. *Pflugers Arch* 1988; 411: 126-131.
23. Knechtle B, Muller G, Willmann F, Kotteck K, Eser P, Knecht H. Fat oxidation in men and women endurance athletes in running and cycling. *Int J Sports Med* 2004; 25:38–44.
24. Kohrt WM, Bloomfield SA, Little KD, Nelson ME, Yingling VR. American College of Sports Medicine Position Stand: physical activity and bone health. *Med Sci Sports Exerc* 2004; 36(11): 1985-1996.
25. Kraemer W, Fleck S. *Optimizing Strength Training: Designing Nonlinear Periodization Workouts*; 2007.
26. Leblanc AD, Schneider VS, Harlan JE, Engelbretson DA, Krebs JM. Bone mineral loss and recovery after 17 weeks of bed rest. *J Bone Miner Res* 1990; 5: 843–885.

27. Lewis DM, Al-Amood WS, Rosendorff C. Stimulation of denervated muscle: what do isometric and isotonic recordings tell us? *Electrical Stimulation and Neuromuscular Disorders*. 1986; 101-113.
28. Lohman TG, et al. Assessing body composition and changes in body composition. Another look at dual-energy X-ray absorptiometry. *The Physician and Sports Med* 1986; 14(3): 144-162.
29. Lucía A, Carvajal A, Calderón FJ, Alfonso A, Chicharro JL. Breathing pattern in highly competitive cyclists during incremental exercise. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1999; 79(6): 512-521.
30. Maciejczyk M, Wiecek M, Szymura J, Szygula Z, Brown LE. Influence of increased body mass and body composition on cycling anaerobic power. *J Strength Cond Res* 2015; Vol. 29 (1): 58-65.
31. Medelli J, Lounana J, Menuet JJ, Shabani M, Cordero-MacIntyre Z. Is osteopenia a health risk in professional cyclists? *J Clin Densitom* 2009; 12: 28–34.
32. Menaspà P, Rampinini E, Bosio A, Carlomagno D, Riggio M, et al. Physiological and anthropometric characteristics of junior cyclists of different specialties and performance levels. *Scand J Med Sci Sports* 2012; 22(3): 392-398.
33. Mirkov DM, Nedeljkovic A, Milanovic S, Jaric S. Muscle strength testing: evaluation of tests of explosive force production. *Eur J Appl Physiol* 2004; 91(2-3): 147-54.
34. Morel J, Combe B, Francisco J, Bernard J. Bone mineral density of 704 amateur sportsmen involved in different physical activities. *Osteoporos Int* 2001; 12: 152-157.
35. Moussay S, Bessot N, Gauthier A, Larue J, Sesbou'e B and Davenne D. Diurnal variation in cycling kinematics. *Chronobiology International* 2003; 20(5): 879–882.
36. Mujika I, Padilla S. Physiological and Performance Characteristics of Male Professional Road Cyclists. *Sports Med* 2001; 31 (7): 479-487.
37. Nagle KB, Brooks MA. A Systematic Review of Bone Health in Cyclists. *Sports Health* 2011; 3(3): 235–243.
38. Neptune RR, Hull ML. A theoretical analysis of preferred pedaling rate selection in endurance cycling. *J Biomech* 1999; 32: 409–415.
39. Nichols JF, Palmer JE, Levy SS. Low bone mineral density in highly trained male master cyclists. *Osteoporos Int* 2003; 14: 644–649.
40. O'Leary D.D, Hope K, Sale G. Posttetanic potentiation of human dorsiflexors. *J Appl Physiol* 1997; 83: 2131-2138.



41. Oliveira F, Oliveira A, Rizzato G, Denadai B. Resistance Training for Explosive and Maximal Strength: Effects on Early and Late Rate of Force Development. *J Sports Sci Med* 2013; 12(3): 402–408.
42. Olmedillas H, González-Agüero A, Moreno LA, Casajús JA, Vicente-Rodríguez G. Bone Related Health Status in Adolescent Cyclists. September 30, 2011 DOI: 10.1371/journal.pone.002484.
43. Padilla S, Mujika I, Cuesta G, Polo JM, Chatard JC. Validity of a velodrome test for competitive road cyclists. *Eur J Appl Physiol* 1996; 73: 446-451.
44. Padilla S, Mujika I, Orbananos J, Angulo F. Exercise intensity during competition time trials in professional road cycling. *Med Sci in Sports Exerc* 2000; 9015-9131.
45. Padilla S, Mujika I, Cuesta G, Goiriena JJ. Level ground and uphill cycling ability in professional road cycling. *Med Sci Sports Exerc* 1999; 31(6): 878-85.
46. Penteadó VS, Castro CH, de Pinheiro M M, Santana M, Bertolino S, et al. Diet, body composition, and bone mass in well-trained cyclists. *J Clin Densitom* 2010; 13(1): 43-50.
47. Proosa M, Ereline J, Gapeyeva H, Pääsuke M. Reie nelipealihase kontraktiilsed omadused erinevas vanuses kehaliselt aktiivsetel naistel. Konverents: „Teadus, sport ja meditsiin“, Tartu, 2002.
48. Pääsuke M, Ereline J, Gapeyeva H. Neuromuscular fatigue during repeated exhaustive submaximal static contractions of knee extensor muscles in endurance- trained, power-trained and untrained men. *Acta Physiol Scand* 1999; 166: 319-326.
49. Pääsuke M, Ereline J, Gapeyeva J. Twitch contraction properties of plantar flexor muscles in pre- and post-pubertal boys and men. *Eur J Appl Physiol* 2000; 82: 459-464.
50. Rector RS, Rogers R, Ruebel M, Hinton PS. Participation in road cycling vs running is associated with lower bone mineral density in men. *Metabolism* 2008; 57: 226–232.
51. Requena B, Gapeyeva H, García I, Ereline J, Pääsuke M. Twitch potentiation after voluntary versus electrically induced isometric contractions in human knee extensor muscles. *Eur J Appl Physiol* 2008; 104: 463–472.
52. Rico H, Revilla M, Hernandez ER, Gomez-Castresana F, Villa LF. Bone mineral content and body composition in postpubertal cyclist boys. *Bone* 1993; 14: 93–95.
53. Rizzoli R, Schaad MA, Uebelhart B. Osteoporosis in men. *Nurs Clin North Am* 2001; 36: 467–479.
54. Romijn JA, Coyle EF, Sidossis LS, Gastaldelli A, Horowitz JF, Endert E, Wolfe RR. Regulation of endogenous fat and carbohydrate metabolism in relation to exercise intensity and duration. *Am J Physiol* 1993; 265: 380-91.

55. Rønnestad BR, Mujika I. Optimizing strength training for running and cycling endurance performance: A review. *Scand J Med Sci Sports* 2014; 24(4): 603-12.
56. Tenforde AS, Fredericson M. Influence of Sports Participation on Bone Health in the Young Athlete: A Review of the Literature. *Journal of Injury Function and Rehabilitation* 2011; 3(9): 861-867.
57. Ullrich B, Brueggemann GP. Moment-knee angle relation in well trained athletes. *Int J Sports Med* 2008; 29(8): 639-45.
58. Vandervoort A, McComas A. A comparison of the contractile properties of the human gastrocnemius and soleus muscles. *Eur J Appl Physiol* 1983; 51: 435-440.
59. Warner SE, Shaw JM, Dalsky GP. Bone mineral density of competitive male mountain and road cyclists. *Bone* 2002; 30 (1): 281–286. Andersen LL, Aagaard P. Influence of maximal muscle strength and intrinsic muscle contractile properties on contractile rate of force development. *Eur J Appl Physiol* 2006; 96(1): 46-52.

## **LISA 1. Uuritava informeerimise leht**

**Töö teema:** Keha rasvaprotsendi, luutiheduse ja alajäsemete sirutajalihaste isomeetrilise jõu näitajad jalgratturitel ning mittetreenitud meestel

Töö eesmärgiks on selgitada välja võistlevatel jalgratturitel ja mittetreenitud meeste näitajad keha koostises, luutiheduses ja lihasjõus.

### **Töö ülesanded:**

1. Määrata keha rasvaprotsent ja luutiheduse näitajad DXA meetodil.
2. Määrata isomeetrilise maksimaalse tahtelise jõu näitajad.
3. Määrata elektrostimulatsiooniga esile kutsutud isomeetrilise üksikkontraktsiooni näitajad.
4. Selgitada seosed keha koostise, luutiheduse, lihasjõu ja kontraktilsete omaduste näitajate vahel.

### **Uuringu korraldus:**

Uuring viiakse läbi kahes kohas: 1) TÜ kinesioloogia ja biomehaanika laboris (Ujula 4), kus uurimustöö teostaja mõõdab keha pikkuse ja kehamassi. Määratakse reie nelipealihase jõunäitajad dünamomeetria meetodil (sääre sirutamine maksimaalse jõuga vastu dünamomeetri mansetti ning seejärel lihas kiiresti lõõgastada) ja reie nelipealihase kontraktilseid omadusi uuritakse elektrostimulatsiooni meetodil. 2) TÜ Chemicumi laboris (Ravila 14a), kus määratakse Teie keha koostis DXA meetodil.

Uuringu käigus saadud andmeid kasutatakse ainult teaduslikel eesmärkidel ning esitamise tagatakse osalejate anonüümsus. Iga uuringus osaleja saab tutvuda oma uuringu tulemustega ning küsida selgitusi teadustöö autorilt. Andmetest on ka võimalik teha koopia. Uuringus osalemine on vabatahtlik ning uuritav võib katkestada oma osalemise uuringus mistahes ajahetkel.

## **Teadliku nõusoleku ankeet**

Mind, ....., on informeeritud ülalmainitud uuringust ja olen teadlik läbiviidava uurimistöö eesmärgist, uuringu metoodikas ja uuringuga seotud võimalikest riskidest ja kinnitan oma nõusolekut selles osalemiseks allkirjaga.

Uuringus tekkivate küsimuste ja võimalike kahtluste kohta saan vajaliku informatsiooni uuringu teostajalt:

Jaanika Kurgjärv, magistrant, TÜ spordipedagoogika ja treeningõpetuse instituut, [janmu66@hotmail.ee](mailto:janmu66@hotmail.ee), +37256457374.

Minu (uuritava) allkiri .....

Kuupäev .....

## **Isikuandmete leht**

Uuringu nimetus: Keha rasvaprotsendi, luutiheduse ja alajäsemete sirutajalihaste isomeetrilise jõu näitajad jalgratturitel ning mittetreenitud meestel

Teie kontaktandmed on vajalikud ühenduse võtmiseks ja edasiste uuringutele kutsumiseks.

Teie andmed on konfidentsiaalsed.

Nimi: .....

Sünniaeg: .....

Telefon: .....

E-maili aadress: .....

## **Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks**

Mina Jaanika Kurgjärv

---

*(autori nimi)*

(sünnikuupäev: 23.06.1988)

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose

Keha rasvaprotsendi, luutiheduse ja alajäsemete sirutajalihaste isomeetrilise jõu näitajad  
jalgratturitel ning mittetreenitud meestel

---

*(lõputöö pealkiri)*

mille juhendaja on Laura Lepasalu,

*(juhendaja nimi)*

- 1.1. reprodutseerimiseks säilitamise ja üldsusele kättesaadavaks tegemise eesmärgil, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace-is lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;
- 1.2. üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tartu Ülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace'i kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.
2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.
3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Tartus, \_\_\_\_\_ *(kuupäev)*